DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2002 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010948183 **Image available**
WPI Acc No: 1996-445133/199645
XRAM Acc No: C96-140118
XRPX Acc No: N96-374832

Mfr. of electron-emitting device - by applying material contg. metal cpd. and film thickness controlling agent onto substrate

Patent Assignee: CANON KK (CANO); MIURA N (MIUR-I); TAKAHASHI Y (TAKA-I)
Inventor: MIURA N; TAKAHASHI Y
Number of Countries: 009 Number of Patents: 008
Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week	
EP 736892	A1	19961009	EP 96302284	A	19960329	199645	B
JP 8273533	A	19961018	JP 9599497	A	19950403	199701	
JP 9102271	A	19970415	JP 95284377	A	19951006	199725	
CN 1138210	A	19961218	CN 96101935	A	19960403	199806	
KR 221294	B1	19990915	KR 969965	A	19960403	200107	
CN 1290953	A	20010411	CN 96101935	A	19960403	200140	
			CN 2000121684	A	19960403		
US 6296896	B1	20011002	US 96626757	A	19960402	200160	
US 20020018845	A1	20020214	US 96626757	A	19960402	200214	
			US 2001935588	A	20010824		

Priority Applications (No Type Date): JP 95284377 A 19951006; JP 9599497 A 19950403
Cited Patents: EP 693766
Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
EP 736892	A1	E	43	H01J-009/02	
Designated States (Regional): DE FR GB IT NL					
JP 8273533	A		20	H01J-009/02	
JP 9102271	A		15	H01J-009/02	
CN 1138210	A			H01J-009/02	
KR 221294	B1			H01J-031/10	
CN 1290953	A			H01J-009/02	Div ex application CN 96101935
US 6296896	B1			B05D-005/12	
US 20020018845	A1			B05D-005/12	Div ex application US 96626757 Div ex patent US 6296896

Abstract (Basic): EP 736892 A

A method for mfr. of an electron-emitting device possessing an electroconductive film, on which an electron-emission region is formed, forms an electron-emission region by a process that includes applying a metal cpd.-contg. material and a film thickness controlling agent to the substrate. Also claimed are: (1) a method for mfr. of an electron source comprising a substrate and multiple electron-emitting devices arrayed on the substrate, in which the electron-emitting devices are mfd. by the above method; and (2) a method for mfr. of an image-forming apparatus comprising a substrate with multiple electron-emitting devices as above, and an image-forming device, in which the electron-emitting devices are mfd. by the above process.

USE - Used in display panels and image-forming systems, e.g. television sets, monitors for video conferencing or computer systems, in a photo-printer comprising a photo- sensitive drum, which uses a line-form emission source or a two-dimensional emission source, etc..

ADVANTAGE - The method prevents the seepage of droplets due to the printed electrodes and non-uniform spreading of the droplets due to a distribution of wetting properties between areas of the substrate or between the substrate and the electrodes. There is no pptn. of crystals during the time interval between droplet deposition and baking, nor is there any volatilisation or sublimation, which reduces thinning of the electroconductive film and minimises irregularities in its electrical properties, e.g. sheet resistance.

(19)日本国特許庁（JP）　(12) 公開特許公報（A）　(11)特許出願公開番号

特開平9−102271

(43)公開日　平成9年(1997)4月15日

(51)Int.Cl.⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H01J 9/02			H01J 9/02	B
1/30			1/30	B
31/12			31/12	C

審査請求　未請求　請求項の数8　FD　（全 15 頁）

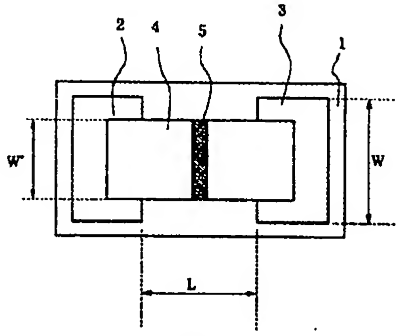
(21)出願番号　特願平7−284377

(22)出願日　平成7年(1995)10月6日

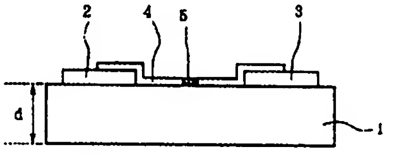
(71)出願人　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(72)発明者　三浦　直子
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
(74)代理人　弁理士　伊東　哲也　（外1名）

(54)【発明の名称】　電子放出素子の製造方法、電子放出素子、表示素子および画像形成装置

(57)【要約】
【課題】　従来技術における表面伝導型電子放出素子の製造方法において、予め電極部及びその周囲に、加熱により粘性を増す水溶液の液滴を付与することにより、特性を改善した電子放出素子、表示素子、画像形成装置を提供する。
【解決手段】　基板上に設けられた対向する電極間に電子放出材料を含む金属化合物水溶液の液滴を部分的に付与する工程と、加熱焼成工程と、通電処理する過程を経て電子放出部を形成する工程とを有する電子放出素子の製造方法において、前記金属化合物を含む水溶液の液滴を基板に部分的に付与する工程に先立ち、前記水溶液が付与される電極部に、水溶性樹脂を含む水溶液の液滴を付与し、加熱する工程を有することを特徴とする電子放出素子製造方法。



(a)



(b)

【特許請求の範囲】

【請求項1】　基板上に設けられた対向する電極間に電子放出材料を含む金属化合物水溶液の液滴を部分的に付与する工程と、加熱焼成工程と、通電処理する過程を経て電子放出部を形成する工程とを有する電子放出素子の製造方法において、前記金属化合物を含む水溶液の液滴を基板に部分的に付与する工程に先立ち、前記水溶液が付与される電極部に、水溶性樹脂を含む水溶液の液滴を付与、加熱する工程を有することを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項2】　請求項1において電極がオフセット印刷法により作製されたことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項3】　請求項2において水溶性樹脂は、請求項1の金属組成物の焼成温度以下の温度で分解し、分解後基板上には残査が残らないことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項4】　請求項1において、2種の液滴付与手段がインクジェット方式であることを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項5】　請求項6においてインクジェット方式がバブルジェット方式であることを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項6】　請求項1ないし7項記載の製造方法に従い製造されたことを特徴とする電子放出素子。

【請求項7】　電子放出素子と該電子放出素子から放出される電子線の照射により発光する発光体とからなる表示素子において、請求項8に記載の電子放出素子を用いたことを特徴とする表示素子。

【請求項8】　対向する電極間に設けた電子放出材料に電圧を印加して電子放出させる電子放出素子および蛍光板との間に高電圧を印加して加速した電子を蛍光板に衝突させて画像を表示する画像形成装置において、請求項8に記載の電子放出素子を用いたことを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電子放出素子の製造方法に関し、更に詳しくはインクジェット方式を利用して形成した電子放出素子の製造方法、該電子放出素子を用いた表示素子および画像形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電子放出素子としては熱電子源と冷陰極電子源の2種類が知られている。冷陰極電子源には電界放出型素子（以下ＦＥ型素子と略す）、金属／絶縁層／金属型素子（以下ＭＩＭ素子と略す）、表面伝導型電子放出素子（以下ＳＣＥ素子と略す）等がある。

【0003】ＦＥ型素子の報告例としてはW.P. Dyke &; W.W. Dolan, “Field emission”, Advance in Electron Physics, 8, 89(1956)や“Physical properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones”, J. Appl. hys., 47,5248(1976)等が知られている。ＭＩＭ素子の報告例としてはC.A. Mead, ”Thetunnel-emission amplifier ” A.Appl. Phys., 32, 646(1961)等が知られている。ＳＣＥ素子の報告例としてはM. I. Elinson, Radio Eng. Electron Phys., 10,(1965)等がある。

【0004】ＳＣＥ素子は基板上に形成された小面積の薄膜に、膜面に平行に電流を流すことにより、電子放出が起こる現象を利用するものである。この表面伝導型電子放出素子としては前記エリンソン等によるSnO_2薄膜を用いたもののほか、Ａｕ薄膜を用いたもの〔G.Dittmer: “Thin Solid Films”, 9, 317(1972)〕、In_2O_3／SnO_2薄膜を用いたもの〔M. Hartwell and C.G. Fonstad: ” IEEE Trans. ED Conf.”, 519(1975)〕、カーボン薄膜を用いたもの〔荒木久　他：真空、第26巻、第1号、22頁（1983）〕等が報告されている。

【0005】これらの表面伝導型電子放出素子の典型的な素子構成として前述のM．ハートウェルの素子構成を図13により説明する。同図において1は絶縁性基板、2および3は素子に電圧を印加するための一対の素子電極、4は電子放出部を含む薄膜で、スパッタで形成された金属酸化物薄膜等からなり、後述の通電フォーミングと呼ばれる通電処理により電子放出部5が形成される。尚、図中の素子電極間隔Lは、0．5mm～1mm、素子の幅W'は約0．1mmで設定されている。Wは素子電極の幅、dは素子電極の厚さを表している。また、電子放出部5の位置及び形状については模式図とした。

【0006】従来、これらの表面伝導型電子放出素子においては、電子放出を行う前に電子放出部形成用薄膜を予めフォーミングと呼ばれる通電処理によって電子放出部5を形成するのが一般的であった。即ち、フォーミングとは前記電子放出部形成用薄膜の両端に電極2、3を用いて電圧を印加通電し、電子放出部形成用薄膜を局所的に破壊、変形もしくは変質させることにより、電気的に高抵抗な状態の電子放出部5を形成することである。なお、フォーミングにより電子放出部形成用薄膜の一部に亀裂が発生しその亀裂付近から電子放出が行われ電子放出部5となる場合もある。

【0007】前記のフォーミング処理をした表面伝導型電子放出素子は、上述の電子放出部を含む薄膜4に電圧を印加して素子表面に電流を流すことにより、上述の電子放出部5より電子を放出するものである。

【0008】上述したような電子放出素子の製造技術には、従来半導体プロセスに準じたフォトリソグラフ技術が利用されてきた。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述の表面伝導型電子放出素子は、大面積基板に多数配列形成することにより画像形成装置などへの応用が可能であるが、従来のフォ

トリソグラフ技術を用いた製造方法では莫大な費用がかかることから、より低コストな製造方法を用いることが必要であった。そこで、大面積基板に素子を形成する方法として電極２、３の形成に印刷技術を用い、電子放出薄膜４の形成にはインクジェット方式により有機金属化合物を含む溶液の液滴を基板に部分的に付与する方法が提供された。

【００１０】印刷技術およびインクジェット方式を用いた場合の電子放出素子の製造工程の概略を図３に基づいて説明する。

１）絶縁性基板１を洗剤、純水および有機溶剤により十分に洗浄後、スクリーン印刷技術あるいはオフセット印刷技術によって、前記絶縁性基板１の面上に素子電極２、３を形成する（図３（ａ））。

２）絶縁性基板の素子電極２と３のギャップ部分に、両電極にまたがるように、例えば、ジメチルスルホキシドと有機金属化合物とを含む水溶液の液滴を液滴付与手段２１を用いて付与する。この基板を乾燥、焼成して電子放出部形成用薄膜４を形成する（図３（ｄ））。

【００１１】しかしながら印刷電極上にインクジェット方式で液滴を付与する場合、以下のような問題があった。

【００１２】すなわち印刷電極の密度が低い場合、付与された液滴が毛細管現象により電極内に浸透するという現象が起こることがあった。それによりギャップ部分では液の量、広がりが不均一になり、焼成後の電子放出膜の膜厚不均一、素子による膜厚のばらつきや電気特性のばらつきを生じる原因となっていた。

【００１３】

【発明の目的】本発明の目的は、このような従来技術の欠点を改善するものであり、インクジェット方式で電子放出膜を製造する方法において、金属化合物を含む水溶液の液滴をギャップ部分に付与する工程に先立ち、前記水溶液が付与される電極部およびその周囲の電極部に、水溶性樹脂を含む水溶液の液滴を付与、加熱する工程を行い、前記金属化合物を含む水溶液の電極内への浸透を防ぎ、得られる膜厚や素子特性のばらつきの少ない電子放出素子およびこれらを用いた画像形成装置の製造方法を提供することにある。

【００１４】

【課題を解決するための手段】本発明の電子放出素子の製造方法は、基板上に設けられた対向する電極間に電子放出材料を含む金属化合物溶液の液滴を部分的に付与する工程と、加熱焼成工程と、通電処理する過程を経て電子放出部を形成する工程とを有する電子放出素子の製造方法において、前記金属化合物溶液を含む水溶液の液滴を基板に部分的に付与する工程に先立ち、前記水溶液が付与される電極部及びその周囲に、水溶性樹脂を含む水溶液の液滴を付与、加熱する工程を有することを特徴とするものである。

【００１５】さらに本発明の別の態様は、このような電子放出素子の製造方法により形成された電子放出素子およびそれを用いたことを特徴とする表示素子、画像形成装置に関するものである。

【００１６】以下、本発明による電子放出素子の製造方法について説明する。

【００１７】本発明で用いられる前記「水溶性樹脂を含む水溶液」の組成、特徴について説明する。

【００１８】本発明で用いられる水溶液には水溶性樹脂が含まれることを特徴としており、加熱に伴って起こる溶媒の蒸発あるいは水溶性樹脂の重合反応により、水溶液の粘度が増加する。基板に液滴を付与する際の初期粘度は２～１０センチポイズが望ましい。これはインクジェット方式により水溶液の液滴を基板に付与する際の望ましい粘度である。加熱後の粘度は数１００センチポイズ以上が望まれる。

【００１９】その他水性樹脂に望まれる条件として以下の点が挙げられる。

①加熱により粘性を増した水溶液は、その後再度室温まで冷却された場合にもその粘性を失わない。

②加熱により粘性を増した水溶液中の水性樹脂は、有機金属化合物の焼成温度以下の温度で分解し、分解後基板上には残査が残らない。したがってカリウム、ナトリウムを始めとする金属元素を含む金属塩類は用いることができない。

【００２０】以上の条件を満たす水性樹脂の例としては、メチルセルロース、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、デキストリン、アクリル酸、メタクリル酸、ポリビニルアルコール、ポリエチレングリコール等が挙げられる。次に本発明の主眼である前述の加熱による粘性を増す水溶液の組成及びその付与方法について図３を用いて説明する。

【００２１】上記水溶液を基板に付与する手段は、液滴を形成し付与することが可能ならば任意の方法でよいが、特に微小な液滴を効率よく適度な精度で発生付与でき制御性も良好なインクジェット方式が便利である。これは１０ナノグラム程度から数１０マイクログラム程度までの微小液滴を再現性良く任意の位置に付与することができるという理由から最も良好な方法である。付与は電極上の一部に行なう。付与する箇所は有機金属化合物を含む水溶液が付与される箇所及びその周囲およそ数１０μｍの範囲である。付与された水溶液は電極内に浸透し、その後加熱されることにより粘性が増加し電極内の隙間に保持され、隙間を埋めた状態になる。加熱温度は２００℃以下が望ましい。加熱後再び基板を冷却し、有機金属化合物を含む水溶液を付与する。付与された水溶液は電極内に浸透することなく電極上及び電極ギャップ内の所定の位置に定着する。さらに焼成工程を経て一定の膜厚の電子放出膜が作製される。

【００２２】本発明で用いられる前記の金属化合物の金

属元素としては、パラジウム、白金、ルテニウム、金、チタン、インジウム、銅、クロム、鉄、亜鉛、錫、タンタル、タングステン、鉛等を用いることができる。該金属化合物の焼成は焼成温度３００～３５０℃、保持時間１０～１２分で行われることが好ましい。

【００２３】電子放出部導電膜の形成のために基板に付与される液体は、上記の有機金属化合物とジメチルスルホキシドを含む水溶液である。適当なジメチルスルホキシドの濃度の範囲は重量で０．００５％から７０％である。ジメチルスルホキシドを上記有機金属化合物とともに水に溶解すると、ジメチルスルホキシドを加えない場合よりも有機金属化合物の溶解性が向上することと、基板面に付与された溶液の液滴の付着安定性が向上する。０．００５％以下では添加の効果がほとんど確認できない。７０％以上では基板上に付与された液滴の乾燥が遅く、工程上の取り扱いが面倒になる。

【００２４】次に、本発明の製造方法により形成される表面伝導型電子放出素子の基本的な構成としては、平面型及び垂直型の２つの構成が上げられる。

【００２５】まず、表面伝導型電子放出素子の構成について説明する。

【００２６】図1はそれぞれ本発明に好適な基本的な表面伝導型電子放出素子の基本的な構成を示す模式的平面図である。図１を用いて本発明に好適な基本的な表面伝導型電子放出素子の基本的な構成を説明する。

【００２７】図1において、1は絶縁性基板、２、3は素子電極、4は導電性薄膜、5は電子放出部である。絶縁性基板1としては、石英ガラス、Ｎａなどの不純物含有量を減少したガラス、青板ガラス、青板ガラスにスパッタ法等により形成したSiO_2を積層したガラス基板等及びアルミナ等のセラミックス等が用いられる。

【００２８】素子電極間隔（Ｌ）及び素子電極長さ（Ｗ）の形状等は、応用される形態等によって適宜設計される。

【００２９】素子電極間隔（Ｌ）は、好ましくは、数百オングストロームより数百マイクロメートルであり、より好ましくは、素子電極間に印加する電圧等により、数マイクロメートルより数十マイクロメートルである。

【００３０】素子電極長さ（Ｗ）は、好ましくは、電極の抵抗値、電子放出特性により、数マイクロメートルより数百マイクロメートルであり、また素子電極２、３の膜厚ｄは、数百オングストロームより数マイクロメートルである。

【００３１】尚、図1の構成だけでなく、絶縁性基板1の上に、導電性薄膜4、対向する素子電極２、３の順に積層構成としてもよい。

【００３２】導電性薄膜4は、良好な電子放出特性を得るためには微粒子で構成された微粒子膜が特に好ましく、その膜厚は素子電極２、３へのステップカバレージ、素子電極２、3間の抵抗値及び後述する通電フォーミング条件等によって、適宜設定され、好ましくは数オングストロームより数千オングストロームで、特に好ましくは１０オングストロームより５００オングストロームであり、その抵抗値は、１０の３乗から１０の７乗オーム／□のシート抵抗値である。

【００３３】前記電子放出部5は、導電性薄膜４の一部に形成される高抵抗の亀裂であり、導電性薄膜４の膜厚、膜質、材料及び後述する通電フォーミングなどの製法に依存して形成される。また、数オングストロームより数百オングストロームの粒径の導電性微粒子を有することもある。この導電性微粒子は、導電性薄膜４を形成する材料の元素の一部、あるいは全てと同様のものである。また、電子放出部５及びその近傍の導電性薄膜４には、炭素及び炭素化合物を有することもある。

【００３４】次に本発明に好適な別な構成の表面伝導型電子放出素子である垂直型表面伝導型電子放出素子について説明する。

【００３５】図2は、本発明に好適な基本的な垂直型表面伝導型電子放出素子の構成を示す模式的図面である。図２において、図１と同一の符号のものは同一である。２１は段差形成部であ。基板１、素子電極２、３、導電性薄膜４、電子放出部５は前述した平面型表面伝導型電子放出素子と同様の材料で構成されたものであり、段差形成部２１は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成されたSiO_2等の絶縁性材料で構成され、段差形成部２１の膜厚が先に述べた平面型表面伝導型電子放出素子の素子電極間隔Lに対応し、数百オングストロームより数十マイクロメートルであり、段差形成部の製法及び素子電極間に印加する電圧等により設定されるが、好ましくは数百オングストロームより数十マイクロメートルである。

【００３６】導電性薄膜4は、素子電極２、３と段差形成部２１を作成後に形成するため、素子電極２、３の上に積層される。なお、電子放出部5は、図2において、段差形成部２１に直線状に示されているが、作成条件、通電フォーミング条件などに依存し、形状、位置ともこれに限るものではない。

【００３７】上述の表面伝導型電子放出素子の製造方法としては様々な方法が考えられるが、その一例を図3に示す。

【００３８】以下、順をおって電子放出素子の製造方法の概略を図１及び図３に基づいて説明する。図１と同一の符号のものは同一の部材を示す。

【００３９】図1は本発明の方法により製造された電子放出素子の一例を示す概略図、図３は本発明の電子放出素子の製造方法の一例を示す工程図である。

１）絶縁性基板１を洗剤、純水および有機溶剤により十分に洗浄後、オフセット印刷技術によって、前記絶縁性基板１の面上に素子電極２、３を形成する（図3（ａ））。

2）水溶性樹脂を含む水溶液の液滴を、インクジェット方式を用いて電極の一部に付与する（不図示）。付与する位置は金属化合物を含む水溶液が付与される箇所およびその周囲およそ１０μｍの範囲である。

3）2）で付与した液が粘性を増す温度まで基板を加熱する。

4）絶縁性基板の素子電極２と３のギャップ部分に、両電極にまたがるように、ジメチルスルホキシドと金属化合物とを含む水溶液の液滴をインクジェット方式（不図示）を用いて付与する。この時電極上では2）の水溶液を付与した領域を越えない領域に付与する。

5）この基板を乾燥、焼成して電子放出部形成用薄膜４を形成する（図３（ｃ））。なお焼成により3）の粘性溶液は蒸発および分解し、分解後基板上には残査は残らない。

6）つづいて、真空容器中においてフォーミングと呼ばれる通電処理を行なう。素子電極２、３間に電圧を不図示の電源によりパルス状あるいは、高速の昇電圧による通電処理がおこなわれると、電子放出部形成用薄膜４の部位に構造の変化した電子放出部５が形成される（図３（ｄ））。この電子放出部５は電子放出部形成用薄膜４が前記の通電処理により局所的に破壊、変形もしくは変質し、構造の変化した部位である。先に説明したように、電子放出部５は導電性微粒子で構成されていることを本出願人らは観察している。

【００４０】フォーミング処理の電圧波形を図４に示す。図４中、Ｔ１及びＴ２は電圧波形のパルス幅とパルス間隔であり、Ｔ１を１マイクロ秒～１０ミリ秒、Ｔ２を１０マイクロ秒～１００ミリ秒とし、三角波の波高値（フォーミング時のピーク電圧）は４Ｖ～１０Ｖ程度である。フォーミング処理は真空雰囲気下で素子の電極間に前記の電圧波形を数十秒間程度適宜印加して行なった。

【００４１】以上の説明では電子放出部の形成のために、素子の電極間に三角波パルスを印加してフォーミング処理を行なっているが、素子の電極間に印加する波形は三角波に限定することはなく、矩形波など所望の波形を用いても良く、その波高値及びパルス幅、パルス間隔等についても上述の値に限ることなく、電子放出部が良好に形成されれば所望の値を選択することができる。

7）つづいて上記フォーミング行なった素子に、活性化と呼ばれる処理を行なうことが望ましい。ここに言う活性化は、適当な真空度、例えば10^{-4}～10^{-5}ｔｏｒｒの真空度のもとに前記のフォーミングと同様のパルス電圧を素子に繰り返し印加する処理のことである。活性化処理は希薄に存在する有機化合物に由来する炭素あるいは炭素化合物を電子放出部形成用薄膜上に堆積させ、電子放出素子の素子電流Ｉｆ、放出電流Ｉｅを著しく変化させる。活性化は、例えば放出電流Ｉｅがほぼ飽和に達した時点で終了させればよい。

【００４２】上述のような素子構成と製造方法によって作成された本発明に係る電子放出素子の基本特性について図５、図６を用いて説明する。

【００４３】図５は、図１で示した構成を有する素子の電子放出特性を測定するための測定評価装置の概略構成図である。電子放出素子の素子電流Ｉｆ、放出電流Ｉｅの測定にあたっては、素子電極２、３に電源３１と電流計３０とを接続し、該電子放出素子の上方に電源３３と電流計３２とを接続したアノード電極３４を配置している。図５において、１は絶縁性基体、２および３は素子電極、４は電子放出部を含む薄膜、５は電子放出部を示す。また、５１は素子に素子電圧Ｖｆを印加するための電源、５０は素子電極２、３間の電子放出部を含む薄膜４を流れる素子電流Ｉｆを測定するための電流計、５４は素子の電子放出部より放出される放出電流Ｉｅを捕捉するためのアノード電極、５３はアノード電極５４に電圧を印加するための高圧電源、５２は素子の電子放出部５より放出される放出電流Ｉｅを測定するための電流計である。

【００４４】また、本電子放出素子およびアノード電極５４は真空装置内に設置され、その真空装置には不図示の排気ポンプおよび真空計等の真空装置に必要な機器が具備されており、所望の真空下で本素子の測定評価を行えるようになっている。なお、アノード電極の電圧は１ｋＶ～１０ｋＶ、アノード電極と電子放出素子との距離Ｈは３ｍｍ～８ｍｍの範囲で測定した。

【００４５】更に、本発明者は、上述の本発明に係わる表面伝導型電子放出素子の特性を鋭意検討した結果、本発明の原理となる特性上の特徴を見いだした。図５に示した測定評価装置により測定された放出電流Ｉｅおよび素子電流Ｉｆと素子電圧Ｖｆの関係の典型的な例を図６に示す。なお、放出電流Ｉｅと素子電流Ｉｆは大きさが著しく異なる。図６ではＩｆ、Ｉｅの変化の定性的比較のためにリニアスケールで任意単位で表記した。

【００４６】本電子放出素子は放出電流Ｉｅに対する三つの特徴を有する。まず第一に、図６からも明らかなように、本素子はある電圧（しきい値電圧と呼ぶ、図６中のＶｔｈ）以上の素子電圧を印加すると急激に放出電流Ｉｅが増加し、一方しきい値電圧Ｖｔｈ以下では放出電流Ｉｅがほとんど検出されない。すなわち、放出電流Ｉｅに対する明確なしきい値電圧Ｖｔｈを持った非線形素子である。第二に、放出電流Ｉｅが素子電圧Ｖｆに依存するため、放出電流Ｉｅは素子電圧Ｖｆで制御できる。第三に、アノード電極５４に捕捉される放出電荷は、素子電圧Ｖｆを印加する時間に依存する。すなわち、アノード電極５４に捕捉される電荷量は、素子電圧Ｖｆを印加する時間により制御できる。以上のような特性を有するため、本発明にかかわる電子放出素子は、多方面への応用が期待できる。

【００４７】また、素子電流Ｉｆが素子電圧Ｖｆに対し

て単調増加する特性（ＭＩ特性と呼ぶ）の例を図６に示したが、この他にも素子電流Ｉｆが素子電圧Ｖｆに対して電圧制御型負性抵抗特性（ＶＣＮＲ特性と呼ぶ）を示す場合もある（不図示）。なおこの場合も、本電子放出素子は上述した三つの特性上の特徴を有する。

【００４８】なお、以上表面伝導型電子放出素子の基本的な構成、製法について述べたが、本発明の思想によれば、表面伝導型電子放出素子の特性で前記の３つの特徴を有すれば、上述の構成等に限定されず、後述の電子源、表示装置等の画像形成装置に於ても利用できる。

【００４９】次に、本発明に好適な電子源及び画像形成装置について述べる。本発明に好適な表面伝導型電子放出素子を複数個、基板上に配列し、電子源あるいは画像形成装置が構成できる。

【００５０】基板上の配列の方式には、例えば、従来例で述べた多数の表面伝導型電子放出素子を並列に配置し、個々の素子の両端を配線で接続し、電子放出素子の行を多数配列し（行方向と呼ぶ）、この配線と直交する方向に（列方向と呼ぶ）、該電子源の上方の空間に設置された制御電極（グリッドとも呼ぶ）により、電子放出素子からの電子を制御駆動するはしご状配置や、次に述べるｍ本のＸ方向配線の上にｎ本のＹ方向配線を層間絶縁を介して設置し、表面伝導型電子放出素子の一対の素子電極にそれぞれＸ方向配線、Ｙ方向配線を接続した配置法が上げられる。これを単純マトリクス配置と以降呼ぶ。まず、単純マトリクス配置について詳述する。

【００５１】前述した本発明にかかわる表面伝導型電子放出素子の基本的特性の３つの特徴によれば、単純マトリクス配置された表面伝導型電子放出素子においても、表面伝導型電子放出素子からの放出電子は、しきい値電圧以上では対向する素子電極間に印加するパルス状電圧の波高値と巾に制御される。一方、しきい値電圧以下においては電子は殆ど放出されない。この特性によれば、多数の電子放出素子を配置した場合においても、個々の素子に上記パルス状電圧を適宜印加すれば、任意の表面伝導型電子放出素子を選択することができ、その電子放出量を制御できることとなる。

【００５２】以下この原理に基づき構成した電子源基板の構成について図７を用いて説明する。図７において７１は電子源基板、７２はＸ方向配線、７３はＹ方向配線、７４は表面伝導型電子放出素子、７５は結線である。なお表面伝導型電子放出素子７４は前述した平面型あるいは垂直型どちらであってもよい。

【００５３】同図において、電子源基板７１は前述したガラス基板等であり、その大きさおよびその厚みは電子源基板７１に設置される表面伝導型素子の個数および個々の素子の設計上の形状、および電子源の使用時容器の一部を構成する場合には、その容器を真空に保持するための条件等に依存して適宜設定される。

【００５４】ｍ本のＸ方向配線７２はＤＸ１，ＤＸ２，・・・ＤＸｍからなり、電子源基板７１上に真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成した導電性金属等である。また、多数の表面伝導型素子にほぼ均等な電圧が供給されるように材料、膜厚、配線巾等が適宜設定される。Ｙ方向配線７３はＤＹ１，ＤＹ２，・・・ＤＹｎのｎ本の配線よりなり、Ｘ方向配線７２と同様に作成される。これらｍ本のｘ方向配線７２とｎ本のＹ方向配線７３間には、不図示の層間絶縁層が設置され、電気的に分離されて、マトリックス配線を構成する。このｍ，ｎは、共に正の整数である。

【００５５】不図示の層間絶縁層は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成されたSiO_2等でありＸ方向配線７２を形成した絶縁性基板７１の全面或は一部に所望の形状で形成され、特に、Ｘ方向配線７２とＹ方向配線７３の交差部の電位差に耐え得るように、膜厚、材料、製法が適宜設定される。また、Ｘ方向配線７２とＹ方向配線７３は、それぞれ外部端子として引き出されている。

【００５６】更に前述と同様にして、表面伝導型放出素子７４の対向する電極（不図示）が、ｍ本のＸ方向配線７２とｎ本のＹ方向配線７３と、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成された導電性金属等からなる結線７５によって電気的に接続されているものである。

【００５７】ここで、ｍ本のＸ方向配線７２とｎ本のＹ方向配線７３と結線７５と対向する素子電極の導電性金属は、その構成元素の一部あるいは全部が同一であっても、またそれぞれ異なってもよく、前述の素子電極の材料等より適宜選択される。尚、これら素子電極への配線は、素子電極と配線材料が同一である場合は、素子電極と総称する場合もある。また表面伝導型電子放出素子は、基板７１あるいは不図示の層間絶縁層上のどちらに形成してもよい。

【００５８】また、詳しくは後述するが、前記Ｘ方向配線７２には、Ｘ方向に配列する表面伝導型放出素子７４の行を入力信号に応じて、走査するための走査信号を印加するための不図示の走査信号発生手段と電気的に接続されている。

【００５９】一方、Ｙ方向配線７３には、Ｙ方向に配列する表面伝導型放出素子７４の列の各列を入力信号に応じて、変調するための変調信号を印加するための不図示の変調信号発生手段と電気的に接続されている。

【００６０】更に、表面伝導型電子放出素子の各素子に印加される駆動電圧は、当該素子に印加される走査信号と変調信号の差電圧として供給されるものである。

【００６１】上記構成において、単純なマトリクス配線だけで個別の素子を選択して独立に駆動可能になる。

【００６２】つぎに、以上のようにして作成した単純マトリクス配置の電子源による表示等に用いる画像形成装置について、図８と図９及び図１０を用いて説明する。図８は、画像形成装置の表示パネルの基本構成図であ

り、図9は蛍光膜、図10は画像形成装置をＮＴＳＣ方式のテレビ信号に応じて表示を行なう例の駆動回路のブロック図である。

【0063】図8において71は、上述のようにして電子放出素子を作製した電子源基板、81は電子源基板71を固定したリアプレート、86はガラス基板83の内面に蛍光膜84とメタルバック85等が形成されたフェースプレート、82は支持枠であり、リアプレート81、支持枠82及びフェースプレート86をフリットガラス等を塗布し、大気中あるいは窒素中で、400～500度で10分以上焼成することで封着して、外囲器88を構成する。

【0064】図8において、74は図1における電子放出部に相当する。72、73は表面伝導型電子放出素子の一対の素子電極と接続されたX方向配線及びY方向配線である。

【0065】外囲器88は上述の如く、フェースプレート86、支持枠82、リアプレート81で外囲器88を構成したが、リアプレート81は主に基板71の強度を補強する目的で設けられるため、基板71自体で十分な強度を持つ場合は別体のリアプレート81は不要であり、基板71に直接支持枠82を封着し、フェースプレート86、支持枠82、基板71にて外囲器88を構成しても良い。またさらには、フェースプレート86、リアプレート81間に、スペーサーとよばれる不図示の支持体を設置することで、大気圧に対して十分な強度をもつ外囲器88の構成にすることもできる。

【0066】図9は蛍光膜である。蛍光膜84は、モノクロームの場合は蛍光体のみから成るが、カラーの蛍光膜の場合は、蛍光体の配列によりブラックストライプあるいはブラックマトリクスなどと呼ばれる黒色導電材91と蛍光体92とで構成される。ブラックストライプ、ブラックマトリクスが設けられる目的は、カラー表示の場合必要となる三原色蛍光体の、各蛍光体92間の塗り分け部を黒くすることで混色等を目立たなくすることと、蛍光膜84における外光反射によるコントラストの低下を抑制することである。ブラックストライプの材料としては、通常よく用いられている黒鉛を主成分とする材料だけでなく、導電性があり、光の透過及び反射が少ない材料であればこれに限るものではない。

【0067】ガラス基板93に蛍光体を塗布する方法はモノクローム、カラーによらず、沈殿法や印刷法が用いられる。

【0068】また、蛍光膜84の内面側には通常メタルバック85が設けられる。メタルバックの目的は、蛍光体の発光のうち内面側への光をフェースプレート86側へ鏡面反射することにより輝度を向上すること、電子ビーム加速電圧を印加するための電極として作用すること、外囲器内で発生した負イオンの衝突によるダメージからの蛍光体の保護等である。メタルバックは、蛍光膜作製後、蛍光膜の内面側表面の平滑化処理（通常フィルミングと呼ばれる）を行い、その後Ａ１を真空蒸着等で堆積することで作製できる。

【0069】フェースプレート86には、更に蛍光膜84の導電性を高めるため、蛍光膜84の外面側に透明電極（不図示）を設けてもよい。

【0070】前述の封着を行う際、カラーの場合は各色蛍光体と電子放出素子とを対応させなくてはいけないため、十分な位置合わせを行なう必要がある。

【0071】外囲器88は不図示の排気管を通じ、10のマイナス7乗トール程度の真空度にされ、封止を行なわれる。また、外囲器88の封止後の真空度を維持するために、ゲッター処理を行なう場合もある。これは、外囲器88の封止を行なう直前あるいは封止後に、抵抗加熱あるいは高周波加熱等の加熱法により、外囲器88内の所定の位置（不図示）に配置されたゲッターを加熱し、蒸着膜を形成する処理である。ゲッターは通常Ｂａ等が主成分であり、該蒸着膜の吸着作用により、たとえば1Ｘ10マイナス5乗ないしは1Ｘ10マイナス7乗［Ｔｏｒｒ］の真空度を維持するものである。尚、表面伝導型電子放出素子のフォーミング以降の工程は、適宜設定される。

【0072】次に、単純マトリクス配置の電子源を用いて構成した表示パネルを、ＮＴＳＣ方式のテレビ信号にもとづきテレビジョン表示を行なう為の駆動回路の概略構成を、図10のブロック図を用いて説明する。101は前記表示パネルであり、また、102は走査回路、103は制御回路、104はシフトレジスタ、105はラインメモリ、106は同期信号分離回路、107は変調信号発生器、ＶｘおよびＶａは直流電圧源である。

【0073】以下、各部の機能を説明していくが、まず表示パネル101は、端子Ｄｏｘ1ないしＤｏｘｍ、および端子Ｄｏｙ1ないしＤｏｙｎ、および高圧端子Ｈｖを介して外部の電気回路と接続している。このうち、端子Ｄｏｘ1ないしＤｏｘｍには、前記表示パネル内に設けられている電子源、すなわちＭ行Ｎ列の行列状にマトリクス配線された表面伝導型電子放出素子群を一行（Ｎ素子）ずつ順次駆動していく為の走査信号が印加される。

【0074】一方、端子Ｄｙ1ないしＤｙｎには、前記走査信号により選択された一行の表面伝導型電子放出素子の各素子の出力電子ビームを制御する為の変調信号が印加される。また、高圧端子Ｈｖには、直流電圧源Ｖａより、たとえば10Ｋ［Ｖ］の直流電圧が供給されるが、これは表面伝導型電子放出素子より出力される電子ビームに蛍光体を励起するのに十分なエネルギーを付与する為に加速電圧である。

【0075】次に、走査回路102について説明する。同回路は、内部にＭ個の各スイッチング素子を備えるもので（図中、Ｓ1ないしＳｍで模式的に示している）、

スイッチング素子は、直流電圧源Ｖｘの出力電圧もしくは０［Ｖ］（グランドレベル）のいずれか一方を選択し、表示パネル１０１の端子Ｄｘ１ないしＤｘｍと電気的に接続するものである。Ｓ１ないしＳｍの各スイッチング素子は、制御回路１０３が出力する制御信号Ｔｓｃａｎに基づいて動作するものだが、実際にはたとえばＦＥＴのようなスイッチング素子を組み合わせる事により容易に構成する事が可能である。

【００７６】尚、前記直流電圧源Ｖｘは、本実施態様の場合には前記表面伝導型電子放出素子の特性（電子放出しきい値電圧）に基づき、走査されていない素子に印加される駆動電圧が電子放出しきい値電圧以下となるような一定電圧を出力するよう設定されている。

【００７７】また、制御回路１０３は、外部より入力する画像信号に基づいて適切な表示が行なわれるように各部の動作を整合させる働きをもつものである。次に説明する同期信号分離回路１０６より送られる同期信号Ｔｓｙｎｃに基づいて、各部に対してＴｓｃａｎおよびＴｓｆｔおよびＴｍｒｙの各制御信号を発生する。

【００７８】同期信号分離回路１０６は、外部から入力されるＮＴＳＣ方式のテレビ信号から、同期信号成分と輝度信号成分とを分離する為の回路で、よく知られているように周波数分離（フィルター）回路を用いれば、容易に構成できるものである。同期信号分離回路１０６により分離された同期信号は、よく知られるように垂直同期信号と水平同期信号より成るが、ここでは説明の便宜上、Ｔｓｙｎｃ信号として図示した。一方、前記テレビ信号から分離された画像の輝度信号成分を便宜上ＤＡＴＡ信号と表すが、同信号はシフトレジスタ１０４に入力される。

【００７９】シフトレジスタ１０４は、時系列的にシリアルに入力される前記ＤＡＴＡ信号を、画像の１ライン毎にシリアル／パラレル変換するためのもので、前記制御回路１０３より送られる制御信号Ｔｓｆｔにもとづいて動作する。（すなわち、制御信号Ｔｓｆｔは、シフトレジスタ１０４のシフトクロックであると言い換えても良い。）シリアル／パラレル変換された画像１ライン分（電子放出素子Ｎ素子分の駆動データに相当する）のデータは、Ｉｄ１ないしＩｄｎのＮ個の並列信号として前記シフトレジスタ１０４より出力される。

【００８０】ラインメモリ１０５は、画像１ライン分のデータを必要時間の間だけ記憶する為の記憶装置であり、制御回路１０３より送られる制御信号Ｔｍｒｙにしたがって適宜Ｉｄ１ないしＩｄｎの内容を記憶する。記憶された内容は、Ｉ’ｄ１ないしＩ’ｄｎとして出力され、変調信号発生器１０７に入力される。

【００８１】変調信号発生器１０７は、前記画像データＩ’ｄ１ないしＩ’ｄｎの各々に応じて、表面伝導型電子放出素子の各々を適切に駆動変調する為の信号源で、その出力信号は、端子Ｄｏｙ１ないしＤｏｙｎを通じて表示パネル１０１内の表面伝導型電子放出素子に印加される。

【００８２】前述したように本発明に関わる電子放出素子は放出電流Ｉｅに対して以下の基本特性を有している。すなわち、前述したように、電子放出には明確なしきい値電圧Ｖｔｈがあり、Ｖｔｈ以上の電圧を印加された時のみ電子放出が生じる。

【００８３】また、電子放出しきい値以上の電圧に対しては、素子への印加電圧の変化に応じて放出電流も変化していく。尚、電子放出素子の材料や構成、製造方法を変える事により、電子放出しきい値電圧Ｖｔｈの値や、印加電圧に対する放出電流の変化の度合いが変わる場合もあるが、いずれにしても以下のような事がいえる。すなわち、本素子にパルス状の電圧を印加する場合、例えば電子放出閾値以下の電圧を印加しても電子放出は生じないが、電子放出閾値以上の電圧を印加する場合には電子ビームが出力される。その際、第一には、パルスの波高値Ｖｍを変化させる事により出力電子ビームの強度を制御する事が可能である。第二には、パルスの幅Ｐｗを変化させる事により出力される電子ビームの電荷の総量を制御する事が可能である。

【００８４】従って、入力信号に応じて、電子放出素子を変調する方式としては、電圧変調方式、パルス幅変調方式等があげられ、電圧変調方式を実施するには、変調信号発生器１０７としては、一定の長さの電圧パルスを発生するが入力されるデータに応じて適宜パルスの波高値を変調するような電圧変調方式の回路を用いる。

【００８５】また、パルス幅変調方式を実施するには、変調信号発生器１０７としては、一定の波高値の電圧パルスを発生するが入力されるデータに応じて適宜電圧パルスの幅を変調するようなパルス幅変調方式の回路を用いるものである。

【００８６】以上に説明した一連の動作により、表示パネル１０１を用いてテレビジョンの表示を行なえる。尚、上記説明中、特に記載しなかったが、シフトレジスタ１０４やラインメモリ１０５は、デジタル信号式のものでもアナログ信号式のものでも差し支えなく、要は画像信号のシリアル／パラレル変換や記憶が所定の速度で行なわれればよい。

【００８７】デジタル信号式を用いる場合には、同期信号分離回路１０６の出力信号ＤＡＴＡをデジタル信号化する必要があるが、これは１０６の出力部にＡ／Ｄ変換器を備えれば容易に可能であることは言うまでもない。また、これと関連してラインメモリ１０５の出力信号がデジタル信号かアナログ信号かにより、変調信号発生器１０７に用いられる回路が若干異なったものとなるのは言うまでもない。すなわち、デジタル信号の場合には、電圧変調方式の場合、変調信号発生器１０７には、たとえばよく知られるＤ／Ａ変換回路を用い、必要に応じて増幅回路などを付け加えればよい。またパルス幅変調方

式の場合、変調信号発生器１０７は、たとえば、高速の発振器および発振器の出力する波数を計数する計数器（カウンタ）および計数器の出力値と前記メモリの出力値を比較する比較器（コンパレータ）を組み合せた回路を用いれば当業者であれば容易に構成できる。必要に応じて、比較器の出力するパルス幅変調された変調信号を表面伝導型電子放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付け加えてもよい。

【００８８】一方、アナログ信号の場合には、電圧変調方式の場合、変調信号発生器１０７には、たとえばよく知られるオペアンプなどを用いた増幅回路を用いればよく、必要に応じてレベルシフト回路などを付け加えてもよい。また、パルス幅変調方式の場合には、たとえばよく知られた電圧制御型発振回路（ＶＣＯ）を用いればよく、必要に応じて表面伝導型電子放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付け加えてもよい。

【００８９】以上のように完成した本発明に好適な画像表示装置において、こうして各電子放出素子には、容器外端子ＤｏｘｌないしＤｏｘｍ、ＤｏｙｌないしＤｏｙｎを通じ、電圧を印加することにより電子放出させ、高圧端子Ｈｖを通じ、メタルバック８５、あるいは透明電極（不図示）に高圧を印加し、電子ビームを加速し、蛍光膜８４に衝突させ、励起・発光させることで画像を表示することができる。以上述べた構成は、表示等に用いられる好適な画像形成装置を作製する上で必要な概略構成であり、例えば各部材の材料等、詳細な部分は上述内容に限られるものではなく、画像形成装置の用途に適するよう適宜選択する。また、入力信号例として、ＮＴＳＣ方式をあげたが、これに限るものでなく、ＰＡＬ、ＳＥＣＡＭ方式などの諸方式でもよく、また、これよりも、多数の走査線からなるＴＶ信号（例えば、ＭＵＳＥ方式をはじめとする高品位ＴＶ）方式でもよい。

【００９０】次に、前述のはしご型配置の電子源及び画像形成装置について図１１、図１２を用いて説明する。

【００９１】図１１において、１１０は電子源基板、１１１は電子放出素子、１１２はＤｘ１～Ｄｘ１０は、前記電子放出素子を配線するための共通配線である。電子放出素子１１１は、基板１１０上に、Ｘ方向に並列に複数個配置される。（これを素子行と呼ぶ）。この素子行が複数個配置され、電子源となる。各素子行の共通配線間に適宜駆動電圧を印加することで、各素子行を独立に駆動することが、可能である。すなわち、電子ビームを放出したい素子行には、電子放出しきい値以上の電圧を、電子ビームを放出しない素子行には、電子放出しきい値以下の電圧を印加すればよい。また、各素子行間の共通配線Ｄｘ２～Ｄｘ９を、例えばＤｘ２、Ｄｘ３を同一配線とする様にしても良い。

【００９２】図１２は、はしご型配置の電子源を備えた画像形成装置の表示パネル構造を示すための図である。１２０はグリッド電極、１２１は電子が通過するための空孔、１２２はＤｏｘ１，Ｄｏｘ２．．．Ｄｏｘｍよりなる容器外端子、１２３はグリッド電極１２０と接続されたＧ１、Ｇ２．．．Ｇｎからなる容器外端子、１２４は前述の様に、各素子行間の共通配線を同一配線とした電子源基板である。尚、図８、１１と同一の符号は、同一のものを示す。前述の単純マトリクス配置の画像形成装置（図８に示した）との大きな違いは、電子源基板１１０とフェースプレート８６の間にグリッド電極１２０を備えている事である。

【００９３】基板１１０とフェースプレート８６の中間には、グリッド電極１２０が設けられている。グリッド電極１２０は、表面伝導型放出素子から放出された電子ビームを変調することができるもので、はしご型配置の素子行と直交して設けられたストライプ状の電極に電子ビームを通過させるため、各素子に対応して１個ずつ円形の開口１２１が設けられている。グリッドの形状や設置位置は必ずしも図１２のようなものでなくてもよく、開口としてメッシュ状に多数の通過口を設けることもあり、またたとえば表面伝導型放出素子の周囲や近傍に設けてもよい。

【００９４】容器外端子１２２およびグリッド容器外端子１２３は、不図示の制御回路と電気的に接続されている。

【００９５】本画像形成装置では、素子行を１列ずつ順次駆動（走査）していくのと同期してグリッド電極列に画像１ライン分の変調信号を同時に印加することにより、各電子ビームの蛍光体への照射を制御し、画像を１ラインずつ表示することができる。

【００９６】また、本発明の思想によれば、テレビジョン放送の表示装置のみならず、テレビ会議システム、コンピューター等の表示装置として、好適な画像形成装置が提供される。さらには、感光性ドラム等とで構成された光プリンターとしての画像形成装置としても用いることもできる。

【００９７】

【実施例】以下に本発明の実施例を示す。

<u>実施例１</u>

電子放出素子として図１に示すタイプの電子放出素子を作成した。図１（ａ）は本素子の平面図を、図１（ｂ）は断面図を示している。また、図１（ａ）、（ｂ）中の記号１は絶縁性基板、２および３は素子に電圧を印加するための一対の素子電極、４は電子放出部を含む薄膜、５は電子放出部を示す。なお、図中のＬは素子電極２と素子電極３の素子電極間隔、Ｗは素子電極の幅、ｄは素子電極の厚さ、Ｗ’は素子の幅を表している。

【００９８】図３を用いて、本実施例の電子放出素子の作成方法を述べる。絶縁性基板１として石英ガラス基板を用い、これを有機溶剤により充分に洗浄後、基板面上にスクリーン印刷法によりＡｕ素子電極２、３を形成した（図３の（ａ））。素子電極間隔Ｌは３０ミクロンと

し、素子電極の幅Wを５００ミクロン、その厚さｄを１０００オングストロームとした。

【００９９】水にメチルセルロースを加え、溶液粘度５センチポイズに調整したものを、バブルジェット方式のインクジェット装置によって電極２、３の一部に付与した（図3の（ｂ））後基板を１５０℃で１５分加熱した。その後再び基板を室温まで冷却した。

【０１００】ジメチルスルホキシド４０重量％の水溶液を調製し、これに酢酸パラジウムをパラジウム重量濃度０．４％となるように溶解して暗赤色の溶液を得た。この液の一部を別容器にとり減圧して赤褐色のペーストとなるまで溶媒を蒸発させた。上記の暗赤色溶液の液滴をバブルジェット方式のインクジェット装置によって電極２、３を形成した石英基板の上に電極２、３にまたがるように付与し、８０℃で2分乾燥させた。複数の素子について液滴付与を行った結果、いずれにおいても付与された液滴は電極に浸透することなく、再現性良く液滴を付与することができた。次に３５０℃で１２分焼成して無機微粒子膜４を形成した（図３（ｃ））。この電子放出部形成用薄膜４の膜厚は平均１００オングストローム、シート抵抗は5×10^{4}Ω／□であった。

【０１０１】次に、真空容器中で素子電極2および3の間に電圧を印加し、電子放出部形成用薄膜４を通電処理（フォーミング処理）することにより、電子放出部５を作成した（図3（ｄ））。フォーミング処理の電圧波形を図4に示す。

【０１０２】本実施例では電圧波形のパルス幅Ｔ１を１ミリ秒、パルス間隔Ｔ２を１０ミリ秒とし、三角波の波高値（フォーミング時のピーク電圧）は5Ｖとし、フォーミング処理は約1×10^{-6}ｔｏｒｒの真空雰囲気下で６０秒間行った。このように作成された電子放出部５は、パラジウム元素を主成分とする微粒子が分散配置された状態となった。

【０１０３】以上のようにして１００素子を作成したところ、微粒子の平均粒径はいずれも５０オングストロームであった。また微粒子膜２１の膜厚のばらつきは、比較例1の８０％であった。さらに各々の素子について電子放出特性を図５の構成の測定評価装置により測定した。

【０１０４】本電子放出素子およびアノード電極５４は真空装置内に配置されており、その真空装置には不図示の排気ポンプおよび真空計等の真空装置に必要な機器が具備されており、所望の真空下で本素子の測定評価を行えるようになっている。なお本実施例では、アノード電極と電子放出素子間の距離を４ｍｍ、アノード電極の電位を１ｋＶ、電子放出特性測定時の真空装置内の真空度を1×10^{-6}ｔｏｒｒとした。

【０１０５】以上のような測定評価装置を用いて、本電子放出素子１００素子について電極2および3の間に素子電圧を印加し、その時に流れる素子電流Ｉｆおよび放出電流Ｉｅを測定したところ、いずれも図6に示したような電流−電圧特性が得られた。素子電圧１２Ｖにおける放出電流Ｉｅを測定した結果平均０．２μＡ、電子放出効率は平均０．０５％を得た。また素子間の均一性もよく、素子間でのＩｅのばらつきは5％と良好な値が得られた。

【０１０６】以上説明した実施例中、電子放出部を形成する際に、素子の電極間に三角波パルスを印加してフォーミング処理を行っているが、素子の電極間に印加する波形は三角波に限定することはなく、矩形波など所望の波形を用いても良く、その波高値およびパルス幅・パルス間隔等についても上述の値に限ることなく、電子放出部が良好に形成されれば所望の値を選択することができる。

<u>実施例2</u>

水にポリビニルアルコールを加え、溶液粘度５センチポイズに調整したものをバブルジェット方式のインクジェット装置により電極の一部に付与し１００℃で１０分加熱後室温まで冷却した。その後実施例1と同様にして電子放出素子を１００素子作成した。微粒子膜の膜厚のばらつきは比較例1の９０％であった。さらに実施例1に示した測定評価装置を用いて本電子放出素子の電極2および3の間に素子電圧を印加したところ、素子電圧１２Ｖにおける電子放出は平均０．２μＡ、電子放出効率は平均０．０５％を得た。また素子間のＩｅのばらつきは６％であった。

<u>実施例3</u>

１６行１６列の２５６個の素子電極とマトリクス状配線とを形成した基板（図７）の各対向電極に対してそれぞれ実施例１と同様にしてメチルセルロースを含む水溶液を付与、加熱、再冷却後、有機金属化合物溶液液滴をバブルジェット方式のインクジェット装置により付与し、焼成したのち、フォーミング処理を行い電子源基板とした。

【０１０７】この電子源基板にリアプレート８１、支持枠８２、フェースプレート８６を接続し真空封止して図８の概念図に従う画像形成装置を作成した。端子Ｄｏｘ1ないしＤｏｘ１６と端子Ｄｏｙ１ないしＤｏｙ１６を通じて各素子に時分割で所定電圧を印加し端子Ｈｖを通じてメタルバックに高電圧を印加することによって、任意のマトリクス画像パターンを表示することができた。

<u>比較例1</u>

絶縁性基板として石英ガラス基板を用い、これを有機溶剤により洗浄後、基板面上にオフセット印刷法によりＡｕ素子電極を形成した。素子電極間隔、幅、厚さは実施例1に示した素子と同様である。

【０１０８】ジメチルスルホキシド４０重量％の水溶液を調製し、これに酢酸パラジウムをパラジウム重量濃度０．４％となるように溶解して暗赤色の溶液を得た。この液の一部を別容器にとり減圧して赤褐色のペーストと

なるまで溶媒を蒸発させた。上記の暗赤色溶液の液滴をバブルジェット方式のインクジェット装置によって電極を形成した石英基板の上に電極にまたがるように付与し、８０℃で２分乾燥させた。次に３５０℃で１２分焼成して無機微粒子膜４を形成した。複数の素子について液滴付与を行ったところ、一部の素子において液滴が電極内に浸透するという現象が発生し、これらの素子においては他の素子よりも焼成後の膜厚が薄くなった。素子間の膜厚のばらつきは実施例１～３に比べ大きかった。

【０１０９】その後、実施例１と同様の方法でフォーミング処理を行なった。

【０１１０】以上のようにして１００素子を作製し、各々の素子について電子放出特性を図５の構成の測定評価装置により測定した。その結果、素子電圧１２Ｖにおける放出電流は平均０．２μＡ、電子放出効率は平均０．０５％を得た。また素子間のＩｅのばらつきは実施例１～３の場合よりも大きくなった。

【０１１１】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の方法に従い電子放出素子を作製するならば、有機金属化合物を含む水溶液の電極内への浸透を防ぐことが可能となり、得られる電子放出膜の膜厚や素子特性のばらつきの少ない電子放出素子を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明に好適な基本的な表面伝導型電子放出素子の構成を示す模式的平面図及び断面図

【図２】　本発明に好適な基本的な垂直型表面伝導型電子放出素子の構成を示す模式的図

【図３】　本発明に好適な表面伝導型電子放出素子の製造方法の１例

【図４】　本発明に好適な通電フォーミングの電圧波形の例

【図５】　電子放出特性を測定するための測定評価装置の概略構成図

【図６】　本発明に好適な表面伝導型電子放出素子の放出電流Ｉｅおよび素子電流Ｉｆと素子電圧Ｖｆの関係の典型的な例

【図７】　単純マトリクス配置の電子源

【図８】　画像形成装置の表示パネルの概略構成図

【図９】　蛍光膜

【図１０】　画像形成装置をＮＴＳＣ方式のテレビ信号に応じて表示を行う例の駆動回路のブロック図

【図１１】　梯子配置の電子源

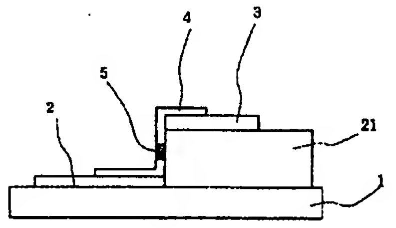
【図１２】　画像形成装置の表示パネルの概略構成図

【図１３】　従来の電子放出素子の模式図

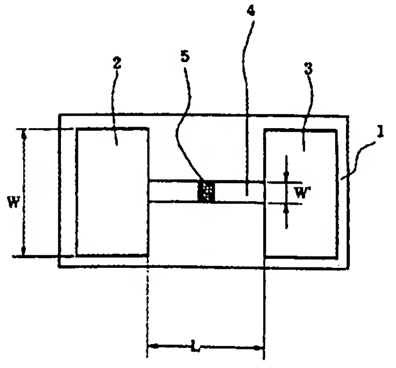
【符号の説明】

１：基板、２、３：素子電極、４：導電性薄膜、５：電子放出部、２１：段さ形成部、５０：素子電極２、３間の導電性薄膜４を流れる素子電流Ｉｆを測定するための電流計、５１：電子放出素子に素子電圧Ｖｆを印加するための電源、５３：アノード電極５４に電圧を印加するための高圧電源、５４：素子の電子放出部より放出される放出電流Ｉｅを捕捉するためのアノード電極、５５：素子の電子放出部５より放出される放出電流Ｉｅを測定するための電流計、５６：真空装置、５７：排気ポンプ、７１：電子源基板、７２：Ｘ方向配線、７３：Ｙ方向配線、７４：表面伝導型電子放出素子、７５：結線、８１：リアプレート、８２：支持枠、８３：ガラス基板、８４：蛍光膜、８５：メタルバック、８６：フェースプレート、８７：高圧端子、８８：外囲器、９１：黒色導電材、９２：蛍光体、９３：ガラス基板、１０１：表示パネル、１０２：走査回路、１０３：制御回路、１０４：シフトレジスタ、１０５：ラインメモリ、１０６：同期信号分離回路、１０７：変調信号発生器、ＶｘおよびＶａ：直流電圧源、１１０：電子源基板、１１１：電子放出素子、１１２：Ｄｘ１～Ｄｘ１０は、前記電子放出素子を配線するための共通配線、１２０：グリッド電極、１２１：電子が通過するための空孔、１２２：Ｄｏｘ１，Ｄｏｘ２……Ｄｏｘｍよりなる容器外端子、１２３：グリッド電極１２０と接続されたＧ１、Ｇ２……Ｇｎからなる容器外端子、１２４：電子源基板。

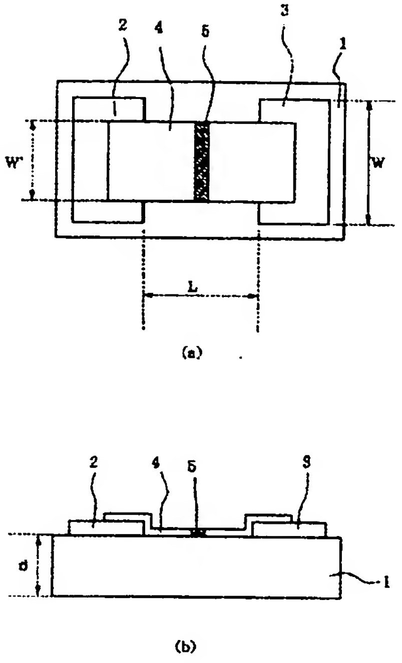
【図２】



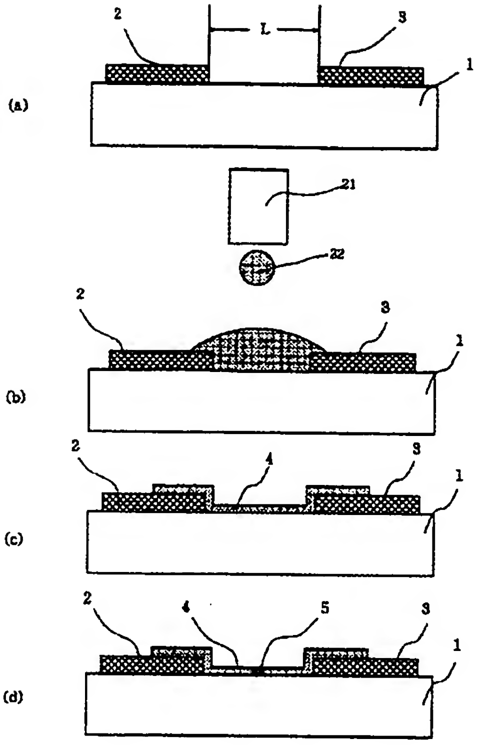
【図１３】



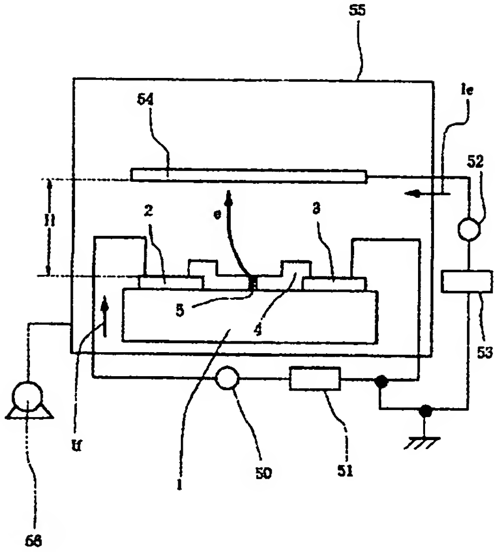
【図1】


2
4
5
3
1
W'
W
L
(a)
2
4
5
3
d
1
(b)

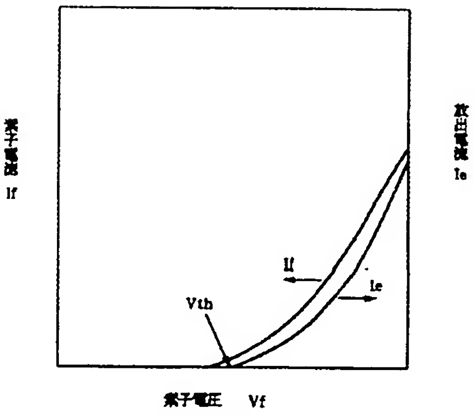
【図3】


2
L
3
1
(a)
21
22
2
3
1
(b)
2
4
3
1
(c)
2
4
5
3
1
(d)

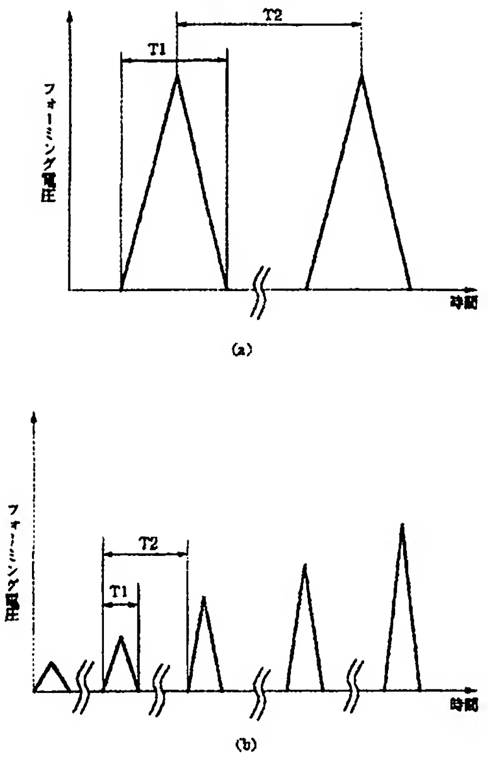
【図5】


55
Ie
54
52
H
2
e
3
5
4
53
If
1
50
51
56

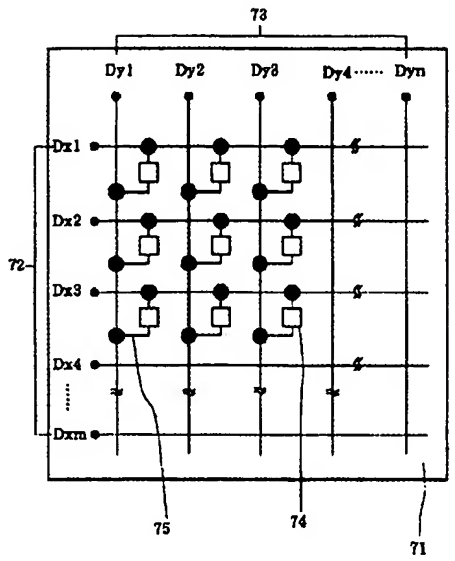
【図6】


素子電流
If
放出電流
Ie
If
Ie
Vth
素子電圧 Vf

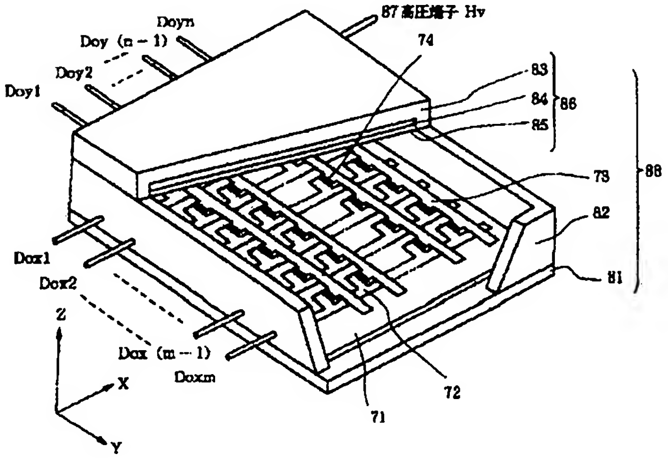
【図4】


T2
T1
フォーミング電圧
時間
(a)
T2
T1
フォーミング電圧
時間
(b)

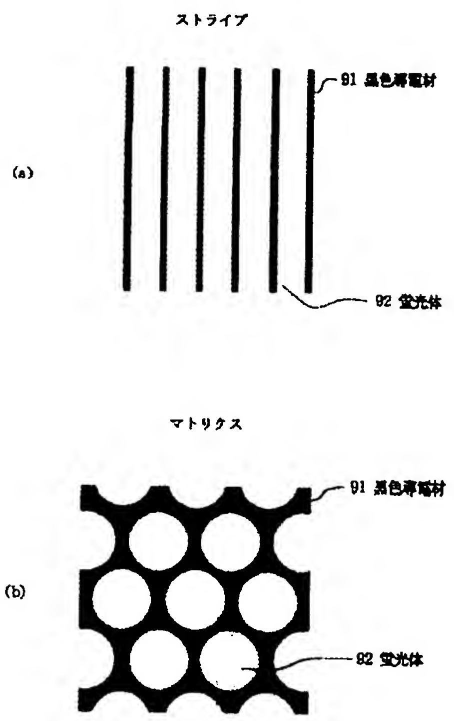
【図7】


73
Dy1
Dy2
Dy3
Dy4……
Dyn
Dx1
Dx2
Dx3
Dx4
Dxm
72
75
74
71

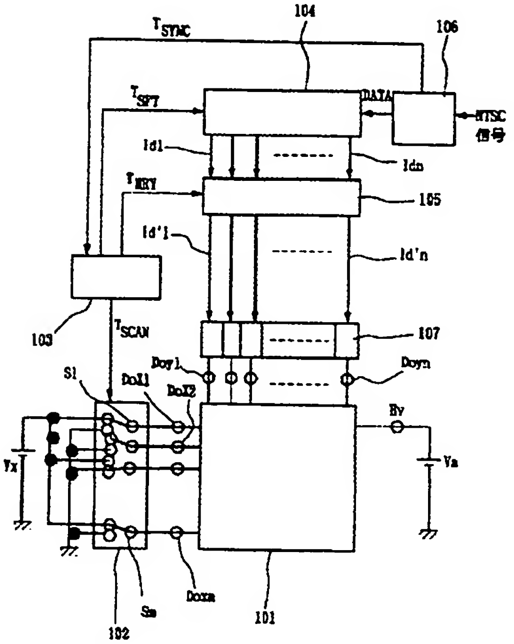
【図8】


Doyn
Doy (n－1)
Doy2
Doy1
87 高圧端子 Hv
74
83
84
85
86
73
88
82
81
Dox1
Dox2
Dox (m－1)
Doxm
Z
X
Y
71
72

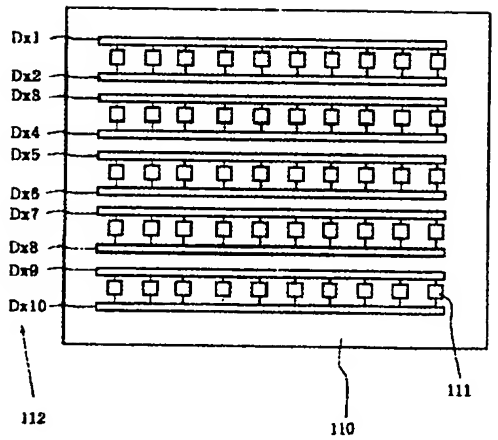
【図9】


ストライプ
91 黒色導電材
(a)
92 蛍光体
マトリクス
91 黒色導電材
(b)
92 蛍光体

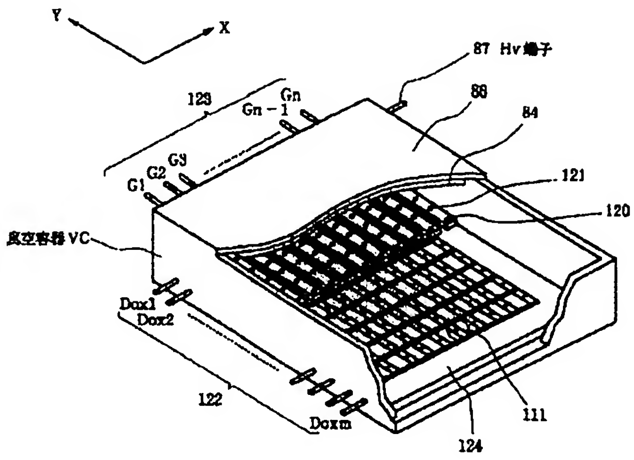
【図10】


104
106
DATA
NTSC
信号
Id1
Idn
105
Id'1
Id'n
103
107
Doy1
Doyn
S1
Dox1
Dox2
Hv
Vx
Va
Sm
Doxm
101
102

【図11】


Dx1
Dx2
Dx3
Dx4
Dx5
Dx6
Dx7
Dx8
Dx9
Dx10
112
110
111

【図12】


Y
X
87 Hv端子
123
Gn
Gn－1
88
84
G3
G2
G1
121
120
真空容器VC
Dox1
Dox2
122
Doxm
124
111

THIS PAGE BLANK (USPTO)